

# Desarrollo de un sistema de gestión de eficiencia y ahorro energético para las instituciones del sector público

## Development of an efficiency and energy saving management system to institutions of the public sector

Anel Ruiz<sup>1</sup> & Edilberto Hall Mitre<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Licenciatura en Ingeniería Eléctrica y Electrónica – Facultad de Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Panamá

<sup>2</sup>Departamento de Potencia – Facultad de Ingeniería Eléctrica – Universidad Tecnológica de Panamá

**Resumen** El alza del precio de los combustibles fósiles, la escasez de recursos y la creciente demanda eléctrica ha causado un incremento en el precio de la energía eléctrica, que ha ocasionado que ahorrar energía se convierta en una prioridad; no solo para disminuir gastos sino además, para ser más amigable con el medio ambiente, mejor administrando los recursos que poseemos, tener capacidad instalada disponible y reducir la importación de derivados del petróleo no existentes en el país. Los sistemas de gestión de la eficiencia y ahorro energético son una buena solución para disminuir el consumo energético en una edificación; estos se encargan de administrar la energía buscando que se consuma de la forma más eficiente posible, a la vez que promueve el uso de tecnologías más eficientes que ayudan a reducir el consumo energético. Esto debe hacerse bajo una adecuada supervisión, es decir, se debe monitorear el consumo para determinar si se están logrando los resultados esperados y replantear constantemente los objetivos y medidas para asegurar una mejora continua. Para las instituciones del sector público implementar un sistema de este tipo representa un desafío, pues estas cuentan con ciertas limitantes tales como: bajos presupuestos, rigidez de los procedimientos y muchas empresas no cuentan con edificaciones propias. Esto obliga a implementar un sistema de gestión sencillo, pero que aún así pueda lograr buenas reducciones de consumo energético en función a las inversiones propuestas. El presente trabajo plantea los conceptos teóricos sobre las diversas fases de la implementación de un sistema de gestión de la energía, y detalla el procedimiento que se realizó en el Edificio 1 del Campus Víctor Levi Sasso de la Universidad Tecnológica de Panamá. El objetivo final es la creación de un sistema de gestión de energía replicable con los pasos a realizar para instituciones del sector público.

**Palabras claves** Eficiencia energética, sistema de gestión de energía, ahorro energético.

**Abstract** The boosts of the price of fossil fuels, the shortage of resources and the growing demand of electricity has caused an increase in the price of the electric energy, that has triggered that to save energy is becoming a priority; not only to reduce costs but also to be more friendly to the environment, better at managing the resources we have, more available installed capacity and reduce the import of oil derivatives do not exist in the country. Efficiency and energy saving management systems are a good solution to reduce energy consumption in a building; these are in charge of managing the energy looking forward to consume as more efficient as possible, to promote the use of technologies more efficient that help to reductions. This should help to do a proper supervision, i.e., it should monitor the consumption to determine if there are achieving the expected results and review constantly the objectives and defined measures to ensure continuous improvements. For the institutions of the public sector to implement a system of this type represents a challenge because the institutions often deal with limitations such as: low budget, rigid management procedures, and in many occasions they do not own the buildings. This forces to implement a simple energy management system, but even so that can achieve good reductions of energy consumption as a function of the proposed investment. This work raises the theoretical concepts on the different phases of the implementation of an energy management system, and details the procedure that took place in Building 1 of the Campus Victor Levi Sasso of the Universidad Tecnológica de Panama. The ultimate goal is the creation of the steps to a replicable energy management system for institution of the public sector.

**Keywords** Energy efficiency, energy management system, energy saving.

\* Corresponding author: [edilberto.hall@utp.ac.pa](mailto:edilberto.hall@utp.ac.pa)

## 1. Introducción

El incremento del precio de los combustibles fósiles, la escasez de recursos y la creciente demanda eléctrica ha causado un incremento en el precio de la energía eléctrica, esto ha ocasionado que ahorrar energía se convierta en una prioridad, no solo para disminuir gastos, sino además, para ser más amigable con el medio ambiente, mejor administrando los recursos que poseemos, hacer mejor uso de la capacidad instalada disponible y reducir la importación de derivados del petróleo no existentes en el país [1-2].

Para las empresas privadas y las instituciones públicas debe ser una prioridad reducir el consumo energético, pues así se reducen gastos en energía, permitiendo que la empresa o institución destine sus recursos monetarios a otro tipo de actividad, como: capacitar personal en eficiencia energética, crear una cultura de eficiencia energética en la institución y la ciudadanía e invertir en equipos y sistemas más eficientes.

Reducir el consumo energético también reduce la generación de dióxido de carbono que es el principal gas causante del efecto invernadero, esto beneficia al país, debido a que Panamá está comprometida con reducir las emisiones de este gas según lo acordado en el protocolo de Kyoto. Además, desde el punto de vista empresarial, mejora la imagen de la organización haciéndola ver amigable con el medio ambiente, lo que es un factor a considerar en estos días, ya que los gobiernos e inversionistas, además de un buen producto, buscan una empresa social y ambientalmente responsable.

Al reducir el consumo energético en una edificación se libera carga del sistema y se utilizan menos recursos para generar electricidad. En Panamá existe una gran dependencia de las plantas hidroeléctricas y una estrechez entre la demanda y la capacidad instalada, factores que se manifiestan con mayor fuerza durante la temporada seca, cuando escasea el recurso hidráulico, por lo que ahorrar energía nos ayudaría a conservar los recursos durante estos meses del año.

Solamente en estos meses se implementan medidas para ahorrar energía y se logra

una menor dependencia de las plantas hidroeléctricas, sin embargo, la cultura de ahorro energético debe ser una costumbre para las instituciones, empresas y la ciudadanía. Las medidas implementadas no forman parte de un plan para gestionarla adecuadamente, siendo la acción más común apagar los equipos de acondicionamiento de aire, lo que disminuye la eficacia y comodidad de las personas y va en contra de la definición de eficiencia energética.

El objetivo principal de la presente investigación es crear un sistema replicable para que las instituciones del sector público puedan implementar un sistema de gestión de energía sencillo y eficaz.

## 2. Sistemas de gestión de la energía

Un sistema de gestión de la energía es un conjunto de actividades que siguen los 4 pasos principales de la gestión (planear, hacer, verificar, actuar) para lograr de manera sostenida y continua una mejora en el desempeño energético de la organización [3]. El proceso de implementar un sistema de gestión de la energía consta de varias partes como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Diagrama para la implementación de un sistema de gestión de la energía.

La primera parte, la iniciativa consiste en la intención de ahorrar energía es el primer

paso para implementar un sistema de gestión de la energía, esta idea surge normalmente de la intención de la gerencia de disminuir los gastos de la institución y contar con un mayor presupuesto. Ahorrar energía no es una tarea fácil, abarca una gran cantidad de aspectos y necesita un gran compromiso de parte de las personas que toman las decisiones, una buena planificación y un equipo capaz de llevar a cabo el proyecto [4-5].

Luego que se tiene el equipo formado y el apoyo de los administradores, debe procederse con el diagnóstico energético, que consiste en una serie de inspecciones, auditorías y mediciones de todas las utilidades con el fin de determinar dónde y cómo se está consumiendo la energía y las posibilidades de reducción del consumo energético.

El diagnóstico energético consta de varias partes, primero debe hacerse un levantamiento electromecánico completo, donde se recorre toda la infraestructura para actualizar los planos e inspeccionar superficialmente las instalaciones, a la vez que se censan todos los equipos consumidores de energía. Posteriormente se hacen mediciones energéticas para determinar la potencia que consume cada equipo; que se complementa con entrevistas realizadas al personal que usa los equipos para estimar su uso y el consumo energético de cada equipo. Estas mediciones se realizan en todas las utilidades de la empresa y clasificándolas según su uso, por ejemplo: agua, iluminación, fuerza, aire acondicionado, combustibles, etc. [6].

Toda esta data debe ser ordenada y analizada para ser presentada por medio de reportes a la gerencia, junto con las mejores propuestas de ahorro y eficiencia energética. Las propuestas de ahorro y eficiencia energética son estándar basándose en cuatro principios: pagar menos por la energía, invertir en tecnologías más eficientes, hacer buen uso de la energía y maximizar la eficiencia desde el diseño.

La elección de qué medidas específicas se ejecutarán se basa en cuáles son aquellas que retornarán la inversión más rápido, basándose en la estimación de la cantidad de ahorro anual, según

la cantidad de energía consumida. En el cuadro 1 se presentan las posibles medidas de ahorro y eficiencia energética según el tipo de utilidad y el grado de inversión necesaria [7].

Las propuestas se presentan a los administradores quienes finalmente decidirán qué medidas se ejecutarán [8]. A la vez que se hacen las medidas seleccionadas, es importante que el equipo administrador energético incluya la participación de los demás miembros de la organización en el ahorro energético, ya que gran parte de las medidas involucran un buen uso de la energía por parte de ellos.

Para esto debe hacerse una campaña donde se difunda la data sobre el consumo energético de la organización junto con consejos de cómo lograr el ahorro, a la vez que se promueve el compromiso y la motivación para ahorrar energía [9].

**Cuadro 1.** Medidas de ahorro y eficiencia energética [10] [11] [12] [13] [14]

	Sin inversión	Baja inversión	Inversión programada
<b>Iluminación</b>	Buen uso. Iluminación natural. Mantenimiento.	Fotoceldas. Control de iluminación.	Focos más eficientes. Rediseño.
<b>Aire acondicionado</b>	Ajuste correcto. Fugas de aire. Ventilación natural. Mantenimiento.	Cortinas de aire. Ventanas eficientes. Puertas automáticas. Equipos eficientes.	Sistemas de volumen variables.
<b>Equipos</b>	Buen uso. Mantenimiento. Modo económico.	Temporizar. Equipos combinados.	
<b>Combustible</b>	Buen uso. Control. Mantenimiento.	Uso de gas en cocina. Uso de GPS en vehículos.	
<b>Agua</b>	Buen uso. Evitar fugas.	Estranguladores	Reciclaje
<b>Motores</b>	Buen uso. Mantenimiento.	Motores más eficientes. Variadores de frecuencia. Motores de dos velocidades.	
<b>Administrativo</b>	Gestión de la demanda. Negociar precios. Políticas internas.	Campañas de concientización.	
<b>Red eléctrica.</b>	Balance de fases.	Factor de potencia. Gran cliente.	Generación interna.

Un sistema de gestión de la energía consiste en un proceso de mejora continua, y para esto debe monitorearse constantemente el desempeño energético de la organización para determinar si las medidas que se han ejecutado están dando los resultados esperados y detectar nuevas oportunidades de mejora del desempeño energético [15].

Existen varias formas de hacer este monitoreo, la más sencilla consiste en dar seguimiento a las facturas, las cuales muestran una gran cantidad de información sobre el consumo; o pueden implementarse sistemas de medición que midan en tiempo real y almacenen toda la data de consumo energético para su posterior análisis. También pueden implementarse sistemas más sencillos, menos automatizados o sistemas parciales, que tengan la capacidad de brindar la data que el equipo administrador energético considere necesaria, lo cual va principalmente ligado al tamaño de la organización.

Debido a que un sistema de gestión de la energía involucre gran parte de la organización es importante que formalizar los procesos y responsabilidades de cada unidad con el fin de garantizar la máxima eficacia en el flujo de información.

El modelo propuesto consiste en que el equipo administrador energético se comporte como un auditor externo de la organización, que recaba la información que necesita, la analiza y la presenta constantemente a los administradores junto con sus propuestas para que sea este quien haga la última decisión y las ejecute.

### **3. Políticas de ahorro y eficiencia energética**

Es importante que el sistema de gestión energético sea una prioridad de la institución sin importar los cambios de administración y que esté formalmente respaldado por los administradores, es por esto que es necesario crear una serie de políticas sobre ahorro y eficiencia energética que sean plasmados dentro del reglamento interno de la institución.

Estas políticas deben hacerse durante la etapa de inicial del sistema de gestión energética,

de tal manera que cuando se esté haciendo el diagnóstico energético haya completo apoyo por parte del personal.

Las políticas de ahorro y eficiencia energética varían de acuerdo a cada institución, pero se sugiere que como mínimo tengan los siguientes puntos:

#### **3.1 Generales**

- Contar con políticas de eficiencia y ahorro energético.
- Contar con el compromiso por parte de la gerencia.
- Tener un equipo administrador energético.
- Fijar objetivos y planificar cómo lograrlos.
- Monitorear el consumo energético en la institución.
- Reportar a la gerencia sobre el consumo energético en la institución.
- Documentar los aspectos más importantes.
- Revisar periódicamente el sistema y hacer las correcciones necesarias.
- Reportar los consumos a la Secretaría Nacional de Energía.

#### **3.2 Políticas de ahorro y eficiencia energética**

- Políticas sobre ahorro energético que debe cumplir el personal de la institución.
- Políticas sobre eficiencia energética, en la forma de índices mínimos de eficiencia energética para los equipos que se adquieren e indicadores de desempeño energético que la institución pretende lograr.
- Especificar procedimientos a seguir para diversas posibles situaciones.
- Especificar las funciones de los departamentos directamente relacionados con el consumo energético en cuestiones relacionadas al consumo energético.
- Especificar una estructura de trabajo y de cómo se relacionan los diferentes departamentos.

#### **3.3 Equipo administrador energético [16]**

- Reportar mensualmente a la gerencia sobre el consumo energético en la institución.
- Recomendar a la gerencia medidas de ahorro

y eficiencia energética, compra de equipos eficientes y acciones a tomar en caso de anomalías en la edificación.

- Instruir sobre ahorro y eficiencia energética al personal de la institución.
- Comunicar dentro y fuera de la institución la importancia del ahorro energético.
- Elaborar las políticas de eficiencia y ahorro energético.
- Revisar periódicamente los objetivos, procedimientos y políticas, y actualizarlos.
- Planificar y ejecutar las medidas de ahorro y eficiencia energética.

### 3.4 Gerencia

- Nombrar el equipo administrador energético.
- Facilitar los medios y herramientas para que el equipo trabaje eficientemente.
- Comunicar la importancia del ahorro energético.
- Dar el ejemplo cumpliendo las políticas de ahorro energético y eficiencia energética.
- Decidir las medidas y acciones a tomar según las recomendaciones del equipo administrador energético.

### 3.5 Objetivos y planificación

- Fijar objetivos de ahorro energético en la institución.
- Planificar los pasos, procedimientos y las medidas tomadas en el sistema de gestión de la energía.
- Elegir una línea base de consumo energético esperado en la institución.
- Elaborar índices mínimos de eficiencia energética de los equipos en la institución.
- Elaborar indicadores de desempeño energético esperados en la institución.

### 3.6 Monitoreo

- Desempeño de los equipos de mayor consumo, los que consuman más de 5 kW.
- Medición de energía y potencia en el interruptor principal.
- Medición de volumen de agua en la tubería principal de alimentación.

- Seguimiento de facturas de electricidad, agua y combustible.
- Recorrido semanal de la flota vehicular de la institución.

### 3.7 Reportes

- Capacitaciones realizadas al personal.
- Consumo energético mensual e histórico en la institución.
- Eventos realizados o por realizar.
- Logros en ejecución.
- Reporte de penalizaciones (alta demanda y bajo factor de potencia).
- Anomalías y fallas dadas, junto a la solución que se empleó.
- Indicadores de desempeño en la institución del mes.
- Comparación entre el consumo energético actual, el anterior y el que se desea alcanzar.

### 3.8 Documentación

- Políticas de ahorro y eficiencia energética.
- Reportes elaborados.
- Informes de anomalías, fallas y otras situaciones extraordinarias.
- Material didáctico sobre ahorro y eficiencia energética.
- Objetivos y planes.
- Datos técnicos sobre los equipos de mayor consumo, aquellos que consuman más de 5 kW.
- Currículum Vitae del personal administrador energético

### 3.9 Revisiones y actualización

- Políticas de ahorro y eficiencia energética.
- Medidas de ahorro y eficiencia energética tomadas.
- Procedimientos.
- Objetivos.
- Indicadores de desempeño energético e índices de eficiencia energética.

Es obligación del Estado asegurar que las instituciones cumplan con los requisitos establecidos, sin embargo, si no existe una autoridad encargada de velar por el



cumplimiento de la ley UREE y ningún tipo de sanción para quienes no las cumplan, lo más probable es que la situación no cambie. Lo que se sugiere es un revisado energético anual hecho por empresas certificadas por la Secretaría Nacional de Energía, donde se verifique que las instituciones cumplan con los requisitos mínimos establecidos en la Ley UREE.

El revisado energético debe asegurar que se cumplan las normas sugeridas en las leyes, tanto administrativas como técnicas. El revisado consistiría en una auditoría donde se verifica el desempeño eléctrico de la institución, la mentalidad del personal hacia el ahorro energético, la existencia de procesos y políticas de ahorro energético, la seguridad de las instalaciones y la implementación e inversión en tecnologías de eficiencia energética.

En el caso de la empresa privada el Estado debería promover el ahorro y la eficiencia energética facilitándole los medios para implementar eficazmente medidas y tecnologías de ahorro y eficiencia energética; pues es esta la que representa la mayor cantidad del consumo energético nacional.

#### 4. Conclusiones

Los sistemas de gestión no solamente se encargan de disminuir el consumo de energía eléctrica, sino que también buscan disminuir el consumo de agua, gasolina, diésel y gas.

Los sistemas de gestión representan una coordinación entre los aspectos administrativo, humano y técnico; si uno de ellos no trabaja adecuadamente no se logrará el ahorro energético deseado.

El compromiso de la gerencia es fundamental para la implementación del sistema de gestión de la energía, ya que, si esta no brinda los recursos y las herramientas necesarias, el equipo administrador energético no podrá realizar eficientemente su labor.

Cualquier medida de ahorro energético puede realizarse, sin embargo, solo algunas representan buenas oportunidades de ahorro energético y es en base al diagnóstico energético

que se determina cuales propuestas representan los mayores ahorros energéticos.

El análisis de las facturas energéticas (eléctrica, agua y combustibles) es una forma de monitorear el consumo sin costo, por lo que es obligatorio realizar este seguimiento.

Los indicadores de eficiencia energética representan una forma sencilla de comparar el consumo energético de la institución con otras instituciones y verificar la eficacia de las medidas tomadas.

La creación de las políticas de ahorro y eficiencia energética es clave, ya que son estas las que establecen las pautas entorno a la cual giran los procesos y prácticas implementados por los departamentos.

#### REFERENCIAS

- [1] Fawkes, Steven. The History of Energy Management. UK. Agosto, 2001.
- [2] Wulfinghoff, Donald. The Modern History of Energy Conservation: An Overview for Information Professionals. Energy Institute Press. USA.
- [3] Hall, Edilberto. "El Manejo de la Energía, más que una Alternativa, una Prioridad para la Gerencia de las Industrias de Hoy". Prisma Tecnológico, N°2, 2010, p. 28-30. Panamá.
- [4] Global Superior Energy Performance, Energy Management Working Group. Knowledge and Skills Needed to Implement Energy Management Systems in Industry and Commercial Buildings. 2013.
- [5] NIFES Consulting Group. Building Energy Manager's Resource Guide. Dublin.
- [6] Secretaría de Energía, Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía. Guía para Elaborar un Diagnóstico Energético en Inmuebles. México, 2013.
- [7] Enocean Alliance. Wireless Lighting Controls: A Total Cost Analysis.
- [8] Sustainable Energy Ireland; Greer, Heather PhD. Investing in Energy – A Practical Guide to Preparing and Presenting Energy Investment Proposals. Dublin, 2004.
- [9] Blanchard, Ken; Bowles, Sheldon. ¡A la Carga! (Gun Ho!) Cómo aprovechar al máximo el potencial de las personas en su empresa. Bogotá, Colombia: Norma, 1999.
- [10] Aghemo, C.; Virgone, J.; Fracastoro, J.V.; Pellegrino, A.; Blaso, L.; Savoyat, J.; Johannes, Kevyn. Management and Monitoring of Public Buildings Through ICT Based Systems: Control Rules for Energy Saving with Lighting and HVAC Services. Italy, 2012.

*Ruiz (et al): Desarrollo de un sistema de gestión de eficiencia y ahorro energético para las instituciones del sector público.*

- [11] ASHRAE. ANSI/ASHRAE/IES Standard 90.1-2010 Energy Standard for Buildings except Low-Rise Residential Buildings.
- [12] Bulgaria Energy Efficiency for Competitive Industry Financing Facility. Energy Efficiency and Energy Management Handbook. Bulgaria.
- [13] Waraporn, Rattanongphisat; Wathanyoo, Rordprapat. Strategy for energy efficient buildings in tropical climate. Thailand, 2013.
- [14] Sustainability Victoria. Energy Efficiency Best Practice Guide Pumping Systems. Melbourne, 2009.
- [15] Russell-Walling, Edward. 50 Cosas que hay que Saber sobre Management. México: Ariel, 2014.
- [16] Asamblea Nacional. Ley 69 de 12 de octubre de 2012. Gaceta Oficial, No 27145-A. Panamá, 2012.